

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. 7
H02K 19/22

(11) 공개번호 특2001-0086837

(43) 공개일자 2001년09월15일

(21) 출원번호 10-2000-0010754
(22) 출원일자 2000년03월03일

(71) 출원인 전우진
서울 강남구 삼성1동 54-6 효성빌라 41동 106호

(72) 발명자 전우진
서울 강남구 삼성1동 54-6 효성빌라 41동 106호
오누키다카시
일본국치바켄274-0825후나바시시마에바라니시1-25-17
와타나베히데키
일본국사이타마켄350-1205히타카시하라쥬쿠348-6

(74) 대리인 이영필
최홍수
이해영

심사청구 : 있음

(54) 자극이 분할되는 동기전동기 및 그의 공간고조파 저감 방법

요약

본 발명은 계자자극을 복수개로 분할하여 공간고조파를 저감시키고 동기운전시에 난조가 방지되도록 한 자극이 분할되는 동기전동기 및 그의 공간고조파 저감 방법에 관한 것이다. 본 발명은, 회전자와 상기 회전자가 회전되도록 지지하는 고정자가 구비되는 동기전동기에 있어서, 상기 회전자의 외주면에서 동일한 극성의 자극을 각각 적어도 두 개 이상의 자극으로 분할하는 분할자극을 구비하는 계자자극부를 포함함을 특징으로 한다. 본 발명에 의하면, 동기전동기의 계자측 자석배치에 푸리에 급수변환식을 적용함으로써, 진동과 소음 등으로부터 야기되는 전동기의 특성악화와 수명단축을 야기시키는 공간고조파를 저감할 수 있으며, 공간고조파를 저감시키기 위하여 회전자의 외주면에 구비되는 자극을 분할하고, 분할된 공간 사이에 소정의 도전율을 갖는 도체부를 구비하여 정지상태로부터 기동시에 충분한 유도토크를 발생시키며, 도체부가 제동권선으로 동작된다는 장점이 있다.

대표도
도 1

색인어

동기전동기, 분할자극, 공간고조파

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 동기전동기의 회전자 단면도이다.

도 2는 도 1의 A-A'를 기준으로 회전자를 펼친 전개도이다.

도 3은 도 1의 본 발명의 다른 실시예의 회전자를 나타낸 사시도이다.

도 4는 회전자가 고정자와 결합된 상태에서 소정 부위의 단면을 나타낸 도면이다.

도 5a 내지 도5f는 본 발명에 따른 분할자극의 다양한 실시예들을 설명하기 위한 도면이다.

< 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 >

10.. 회전자 20.. 계자자극부

11, 13, 15, 17, 30.. 분할자극

18a, 18b, 12, 14, 16, 32.. 도체

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 자극이 분할되는 동기전동기 및 그의 공간고조파 저감 방법에 관한 것으로서, 특히 계자자극을 복수개로 분할하여 공간고조파를 저감시키고 동기운전시에 난조가 방지되도록 한 자극이 분할되는 동기전동기 및 그의 공간고조파 저감 방법에 관한 것이다.

일반적으로, 계자측이 영구자석 또는 전자석을 포함하는 자석으로 구성되는 동기전동기(회전기, 리니어모터)에서, 공간고조파는 진동과 소음의 원인이 된다. 이러한 공간고조파는 전동기의 특성을 악화시키고, 전동기의 수명을 단축을 야기하게 된다. 따라서 전동기의 특성과 수명을 향상시켜서 공간고조파를 줄이기 위한 많은 연구가 있었다.

또한, 동기전동기의 기동에는 제동권선의 유도작용을 이용하는 방법과 공급주파수를 서서히 증대시켜주는 방법이 있다. 전자의 경우는 충분한 제동권선을 필요로 하기 때문에 주로 후자를 이용한 시동방법이 일반적으로 사용된다. 그러나 후자의 경우는 주파수 변환기(인버터, inverter)를 필요로 하며, 부하의 변동에 따른 동기상태를 유지하여 주기 위하여 부하각의 검출을 통한 위치제어가 필수적이다.

종래 기술에 따른 공간고조파를 줄이기 위한 방법은, 주로 전동기로 공급되는 전원의 파형에 관한 연구로서 전원에서 노이즈를 방지하여 전동기에서 공간고조파를 감소시키게 된다.

그러나, 상기 종래 기술에 따른 공간고조파를 줄이기 위한 방법은, 공간고조파를 줄이는 효과가 적었다. 또한, 자석의 물리적인 변형을 통한 공간고조파의 저감은 제작단가의 상승을 야기하는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 자석의 외관을 변화시키지 않으면서 자석을 여러개로 분할하여 공간고조파를 저감시킨 동기전동기의 공간고조파 저감을 위한 계자구조를 제공하고자 하는데 있다.

본 발명의 다른 목적은 자석의 외관을 변화시키지 않으면서 자석을 여러개로 분할하여 공간고조파를 저감시킨 동기전동기의 공간고조파 저감방법을 제공하고자 하는데 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 자극이 분할되는 동기전동기는, 회전자와 상기 회전자가 회전되도록 지지하는 고정자가 구비되는 동기전동기에 있어서, 상기 회전자의 외주면에서 동일한 극성의 자극을 각각 적어도 두 개 이상의 자극으로 분할하는 분할자극을 구비하는 계자자극부를 포함함을 특징으로 한다.

상기 자극이 분할되는 동기전동기는, 상기 회전자의 외주면에서 상기 분할자극 사이에 소정의 도전율을 갖는 도체부를 구비함을 특징으로 한다.

상기 분할자극은, 다음과 같이 표현되는 식에 의하여 분할되는 자극 사이의 간격이 설정됨을 특징으로 한다.

$$B_A(\theta) = \frac{4}{\pi} B_m \left(\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cos n f_n}{n} \right) \sin n\theta$$

θ 는 회전자 중심에서 바라본 자극의 각도, n 은 고조파 차수, B_m 는 n 차 고조파 자속밀도의 최대치.

상기 도체부는, 상기 회전자의 외주면에서 구비되는 상기 계자자극부의 두께 정도로 구비됨을 특징으로 한다.

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 동기전동기의 공간고조파 저감방법은, 회전자와 상기 회전자가 회전되도록 지지하는 고정자에 의하여 전기를 발생시키는 전동기에 있어서, 상기 회전자의 외주면에 구비되는 동일한 자극을 각각 적어도 두 개 이상으로 분할하는 단계; 및 상기 분할된 자극의 간격을 다음의 식에 의하여 설정하는 단계를 포함함을 특징으로 한다.

$$B_A(\theta) = \frac{4}{\pi} B_m \left(\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cos n f_n}{n} \right) \sin n\theta$$

θ 는 회전자 중심에서 바라본 자극의 각도, n 은 고조파 차수, B_m 는 n 차 고조파의 자속밀도의 최대치.

상기 본 발명의 동기전동기의 공간고조파 저감방법은, 상기 회전자의 외주면에서 상기 분할자극 사이의 공간을 소정의 도전율을 갖는 도체를 구비하는 단계를 더 포함함을 특징으로 한다.

이하, 본 발명의 구성 및 동작을 첨부 도면에 의거 더욱 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 동기전동기의 회전자 단면도이다. 도 2는 도 1의 A-A'를 기준으로 회전자를 펼친 전개도이다.

도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 자극이 분할되는 동기전동기는, 회전자와 회전자가 회전되도록 지지하는 고정자를 포함하는 동기전동기에서, 회전자(10)의 외주면에서 동일한 극성의 자극을 각각 적어도 두 개 이상의 자극으로 분할하는 분할자극(11)(13)(15)(17)을 구비하는 계자자극부(20)를 포함한다.

상기 계자자극부(20)에서 각각의 극이 분할되는 분할자극(11)(13)(15)(17)은 그 사이의 회전자(10) 외주면의 공간에 소정의 도전율을 갖는 도체부인 도체(conductor)(18a)(18b)(12)(14)(16)를 구비한다.

상기 도체(18a)(18b)(12)(14)(16)는 일실시예로서 동 또는 알루미늄 재질로 구비된다.

즉, 도시된 바와 같이 일실시예로서 N 극과 S 극은 N 극의 극성을 갖는 2개의 분할자극(11)(13)과 S 극의 극성을 갖는 또 다른 2개의 분할자극(15)(17)으로 분할된다.

그리고, 이와 같이 분할된 자극 사이에 도체부(18a)(18b)(12)(14)(16)가 구비되는데, 실시예로서 도체부는 회전자(10)의 외주면에 구비되는 계자자극부(20)의 두께로 구비된다.

또한, 분할자극(11)(13)(15)(17)은 동일한 폭의 자극편(Pole shoe)으로 구비될 수도 있다.

도 3은 도 1의 본 발명의 다른 실시예의 회전자를 나타낸 사시도이다.

도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 다른 실시예의 회전자(32)는 자극(30)이 각각 4개씩 분할된다.

이때, 도시된 바와 같이 원통형으로 형성되는 도체(34)가 분할된 각각의 자극(30) 사이의 공간과 회전자(32)의 외주면에 구비된다.

즉, 도 4는 회전자가 고정자와 결합된 상태에서 소정 부위의 단면을 나타낸 도면이다. 도시된 바와 같이, 도체(32)와 분할된 자극(30)을 포함하는 회전자(10)가 고정자(40)의 내부에 구비된다.

도 5a 내지 도 5f는 본 발명에 따른 분할자극의 다양한 실시예들을 설명하기 위한 도면이다. 이때, 각 도면에서 표현된 분할자극은 편의상 전기각 180° 까지 펼쳐진 전개도를 나타낸다.

또한, 각 도면은 0° 에서 180° 까지가 동일한 자극들이고, 도시되지 않은 180° 이상에서 360° 까지가 상기 자극과는 반대의 극성을 갖는 자극들로 구비되며, 각 도면에서 짙은색은 자극 그리고 옅은색은 도체가 된다.

본 발명은 1극당 복수개의 자석을 채용함으로써 분할 자석과 같은 수의 공간고조파의 제거를 가능하게 하기 위함이다. 예를 들면, 1극당 1개의 자석을 사용하면, 1종류의 공간고조파가 제거되고, 2개의 자석을 사용하면 2종류의 공간고조파가 제거된다.

예컨대, 도 5a는 본 발명의 일실시예를 나타낸 도면이다. 즉, 2극 동기전동기의 계자부에 서로 다른 극성을 갖는 각각의 영구자석을 채용한 경우의 회전자 전개도이다.

도 5b는 본 발명의 다른 실시예를 나타낸 도면이다. 즉, 본 발명의 다른 실시예는, 각각의 자극이 하나로 되지만 서로 약 b1의 거리 즉 양 자극의 거리가 약 2b1의 거리를 갖는 분할된 자극이 구비된다.

상기 b1의 거리는 즉 자석폭의 길이는 푸리에(fourier) 급수의 전개식을 이용하는 식을 통하여 구할 수 있다. 예를 들면, 1극의 전기각 180° 에 대하여 80에 해당하는 144° 분의 자석폭을 채용하면, 제5공간고조파가 제거된다. 이것을 푸리에급수의 변환식으로 표현하면 수학식1이 된다.

수학식 1

$$B_s(\theta) = \frac{4}{\pi} B_m \left(\frac{\cos n b_1}{n} \right) \sin n \theta$$

여기서 각도는 전기각을 의미하므로, 180° 는 2극 전동기에서는 기계각과 동일하나 4극 전동기에서는 90° , 6극 전동기에서는 60° 가 된다. 단 제3고조파는 전기자측에 3상권선을 설치하면 발생하지 않으므로 이하의 수학식에서는 제5고조파 이상만을 고려하기로 한다.

즉, 수학식 1에서 θ 는 각도, n 은 고조파차수, B_m 은 n 차 고조파의 자속밀도의 최대치이다. 제5고조파를 소거하기 위해 $n=5$ 를 대입한 후, $B_b(\theta)$ 를 풀면, 자석의 폭을 결정하는 계수로서 $b_1 = \pi/10(144^\circ \text{ 분})$ 과 $b_1 = 3\pi/10(72^\circ \text{ 분})$ 을 얻을 수 있다. 이때, 자석의 사용량이 많은 $b_1 = \pi/10$ 을 채용하는 것이 바람직하다.

도 5c는 본 발명의 또 다른 실시예를 나타낸 도면이다. 즉, 본 발명의 또 다른 실시예는, 각각의 자극이 두 개로 분할되고, 폭이 각각 d_1, d_2, d_3 로 되는 분할된 자극이 구비된다.

도시된 바와 같이 두 개로 분할된 자석으로부터 2종류의 고조파 예컨대 제5, 제7고조파를 제거하기 위하여 수학식 2가 사용된다.

수학식 2

$$B_c(\theta) = \frac{4}{\pi} B_m \left(\frac{\cos nc_1 - \cos nc_2}{n} \right) \sin n\theta$$

제5, 제7고조파를 소거하기 위하여 수학식2의 우변에 각각 $n=5, n=7$ 을 대입한 뒤, $B_c(\theta)=0$ 의 연립방정식을 풀면, 자석의 폭을 결정하는 계수로서 $c_1 = 6\pi/70(\approx 15.429^\circ \text{ 분})$ 과 $c_2 = 34\pi/70(\approx 87.429^\circ \text{ 분})$ 을 얻을 수 있다.

도 5d, 도 5e와 도 5f는 본 발명의 또 다른 실시예를 각각 나타낸 도면으로서, 각각의 또 다른 실시예들은 해당되는 고조파들을 제거하게 된다.

즉, 도 5d에서는 제5, 제7, 제11고조파를 제거하고, 도 5e에서는 제5, 제7, 제11, 제13고조파를 제거하고, 도 5f에서는 제5, 제7, 제11, 제13, 제17, 제19고조파를 제거하게 되며, 이에 따라서 각각의 자극 배치는 각각 수학식 3, 수학식 4, 수학식 5에 의하여 얻어진다.

수학식 3

$$B_d(\theta) = \frac{4}{\pi} B_m \left(\frac{\cos nd_1 - \cos nd_2 + \cos nd_3}{n} \right) \sin n\theta$$

수학식 4

$$B_e(\theta) = \frac{4}{\pi} B_m \left(\frac{\cos ne_1 - \cos ne_2 - \cos ne_3 - \cos ne_4}{n} \right) \sin n\theta$$

수학식 5

$$B_f(\theta) = \frac{4}{\pi} B_m \left(\frac{\cos nf_1 - \cos nf_2 + \cos nf_3 - \cos nf_4 + \cos nf_5 - \cos nf_6}{n} \right) \sin n\theta$$

상기의 각 유도식에 의한 계산 결과는 표1과 같으며, 표1에서 고조파의 비율은 제1고조파를 기준으로 계산한 값이다.

표1에서 분할자극의 채용으로 인해 자석량이 감소하여 총발생자속량이 줄어들게 되지만, 강한 희토류자석을 채용함으로써 극복이 가능하다. 예를 들면, 도 5a의 실시예에 따른 발생자속량을 필요로 하는 동기전동기의 응용에 있어서, 도 5b의 실시예를 채용할 경우는 자석량이 20정도 감소하기 때문에 도 5a의 실시예에 비하여 약 1.25배의 강도를 갖는 자석을 채용함으로써 자석량의 감소를 보충할 수 있다.

[표 1]

| type | 제거고조파 | 각도(°) | 자석 량 | 기본파별 고조파의 비율[] | | | | | | | |
|------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--|
| | | | | 제1 | 제5 | 제7 | 제11 | 제13 | 제17 | 제19 | |
| (a) | | | 100 | 100 | 20.00 | 14.29 | 9.09 | 7.09 | 5.88 | 5.26 | |
| (b) | 제5 | $b_1 = 18.000$ | 80 | 100 | 0.00 | 8.83 | 9.09 | 4.75 | 3.64 | 5.26 | |
| (c) | 제5 제7 | $c_1 \cong 15.429 c_2 \cong 87.429$ | 80 | 100 | 0.00 | 0.00 | 5.05 | 12.45 | 5.28 | 6.56 | |
| (d) | 제5 제7 제11 | $d_1 \cong 14.016 d_2 \cong 24.504 d_3 \cong 30.288$ | 78 | 100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.60 | 12.59 | 3.51 | |
| (e) | 제5 제7 제11 제13 | $e_1 \cong 19.103 e_2 \cong 46.536 e_3 \cong 52.581 e_4 \cong 85.451$ | 67 | 100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 11.06 | 20.88 | |
| (f) | 제5 제7 제11 제13 제17 제19 | $f_1 \cong 10.073 f_2 \cong 14.307 f_3 \cong 20.655 f_4 \cong 41.797 f_5 \cong 42.817 f_6 \cong 88.407$ | 79 | 100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |

도 6은 본 발명에 따른 동기전동기의 공간고조파 저감방법을 나타낸 흐름도이다.

즉, 본 발명에 따른 동기전동기의 공간고조파 저감방법은, 회전자와 회전자가 회전되도록 지지하는 고정자에 의하여 전기를 발생시키는 전동기에서, 회전자의 외주면에 구비되는 동일한 자극을 각각 적어도 두 개 이상으로 분할하게 된다.(s60)

그러면, 상기 분할(s60) 과정에서 분할된 자극의 간격은 다음의 수학식 6에 의하여 설정하게 된다.(s62) 이에 따라서 각각의 자극들은 서로 수학식 6으로부터 설정되는 간격정도 떨어져서 구비된다.

수학식 6

$$B_n(\theta) = \frac{4}{\pi} B_m \left(\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cos n f_n}{n} \right) \sin n \theta$$

이때, θ 는 회전자 중심에서 바라본 자극의 각도, n 은 고조파 차수, B_m 는 n 차 고조파 자속밀도의 최대치이다.

또한, 회전자의 외부면에서 분할자극 사이의 공간을 소정의 도전율을 갖는 도체를 구비하게 된다.(s64)

즉, 분할된 상기 자극의 사이에는 자력을 발생시킬 수 있는 도체가 구비하여 회전자가 정지상태로부터 기동할 때, 충분한 유도토크를 발생시킬 수 있으며, 상기 도체가 제동권선으로 동작될 수 있다.

도면과 명세서에서 최적 실시예들이 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

발명의 효과

본 발명에 따르면, 동기전동기의 계자측 자석배치에 푸리에 급수변환식을 적용함으로써, 진동과 소음 등으로부터 야기되는 전동기의 특성악화와 수명단축을 야기시키는 공간고조파를 저감할 수 있다는 장점이 있다.

또한, 공간고조파를 저감시키기 위하여 회전자의 외주면에 구비되는 자극을 분할하고, 분할된 공간 사이에 소정의 도전율을 갖는 도체부를 구비하여 정지상태로부터 기동시에 충분한 유도토크를 발생시키며, 도체부가 제동권선으로 동작된다는 장점이 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

회전자와 상기 회전자가 회전되도록 지지하는 고정자가 구비되는 동기전동기에 있어서,

상기 회전자의 외주면에서 동일한 극성의 자극을 각각 적어도 두 개 이상의 자극으로 분할하는 분할자극을 구비하는 계자자극부를 포함함을 특징으로 하는 자극이 분할되는 동기전동기.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 회전자의 외주면에서 상기 분할자극 사이에 소정의 도전율을 갖는 도체부를 구비함을 특징으로 하는 자극이 분할되는 동기전동기.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 분할자극은,

다음과 같이 표현되는 식에 의하여 분할되는 자극 사이의 간격이 설정됨을 특징으로 하는 자극이 분할되는 동기전동기.

$$B_r(\theta) = \frac{4}{\pi} B_m \left(\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cos n f_n}{n} \right) \sin n\theta$$

θ 는 회전자 중심에서 바라본 자극의 각도, n 은 고조파 차수, B_m 는 n 차 고조파 자속밀도의 최대치.

청구항 4.

제2항에 있어서, 상기 도체부는,

상기 회전자의 외주면에서 구비되는 상기 계자자극부의 두께 정도로 구비됨을 특징으로 하는 자극이 분할되는 동기전동기.

청구항 5.

제3항에 있어서, 상기 분할자극은,

상기 회전자의 외주면에 구비된 자석과 동일한 폭의 자극편(Pole shoe)임을 특징으로 하는 자극이 분할되는 동기전동기.

청구항 6.

회전자와 상기 회전자가 회전되도록 지지하는 고정자에 의하여 전기를 발생시키는 전동기에 있어서,

상기 회전자의 외주면에 구비되는 동일한 자극을 각각 적어도 두 개 이상으로 분할하는 단계; 및

상기 분할된 자극의 간격을 다음의 식에 의하여 설정하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 동기전동기의 공간고조파 저감방법.

$$B_s(\theta) = \frac{4}{\pi} B_m \left(\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} \cos n f_n}{n} \right) \sin n \theta$$

θ 는 회전자 중심에서 바라본 자극의 각도, n 은 고조파 차수, B_m 는 n 차 고조파의 자속밀도의 최대치.

청구항 7.

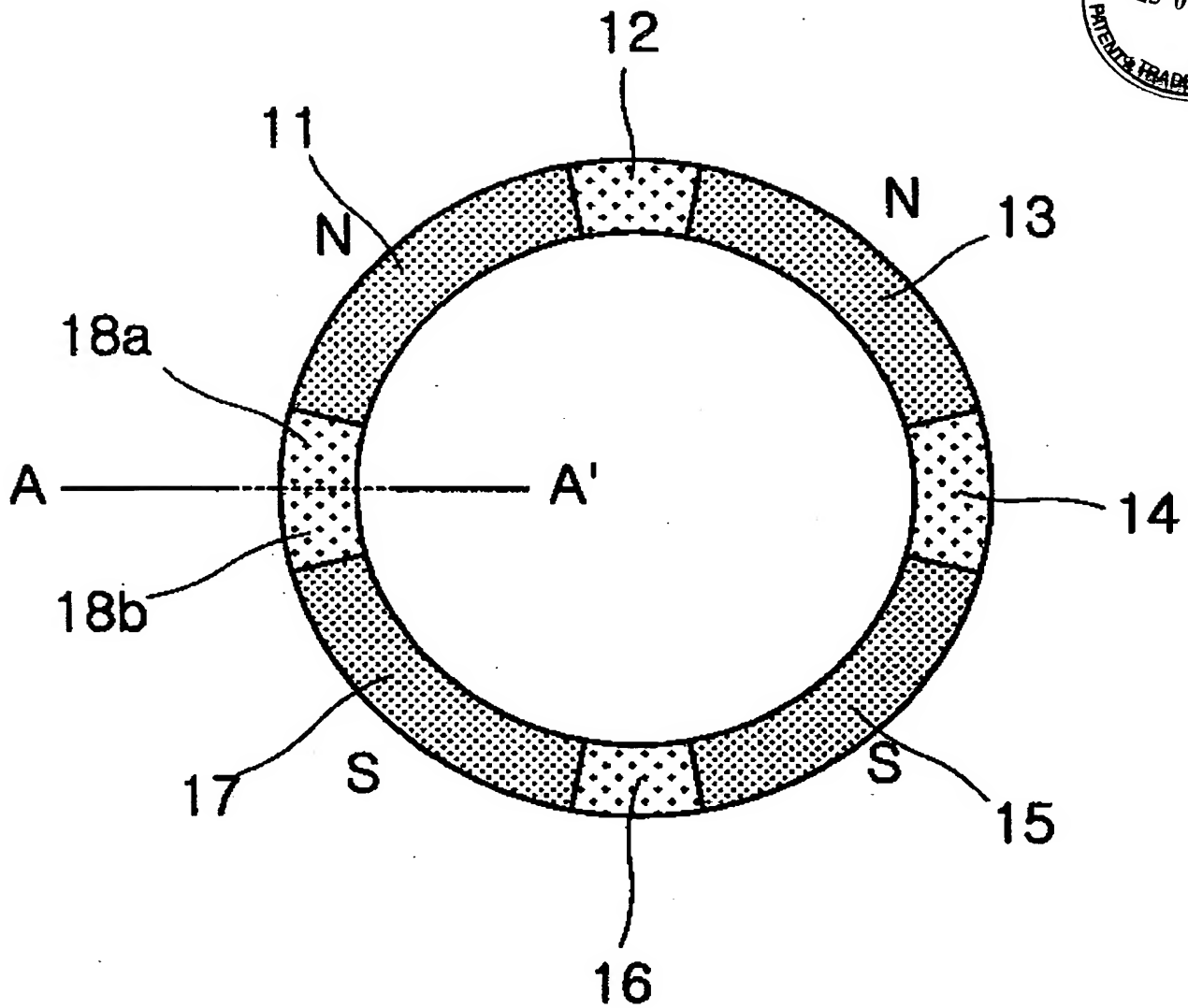
제6항에 있어서,

상기 회전자의 외부면에서 상기 분할자극 사이의 공간을 소정의 도전율을 갖는 도체를 구비하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 동기전동기의 공간고조파 저감방법.

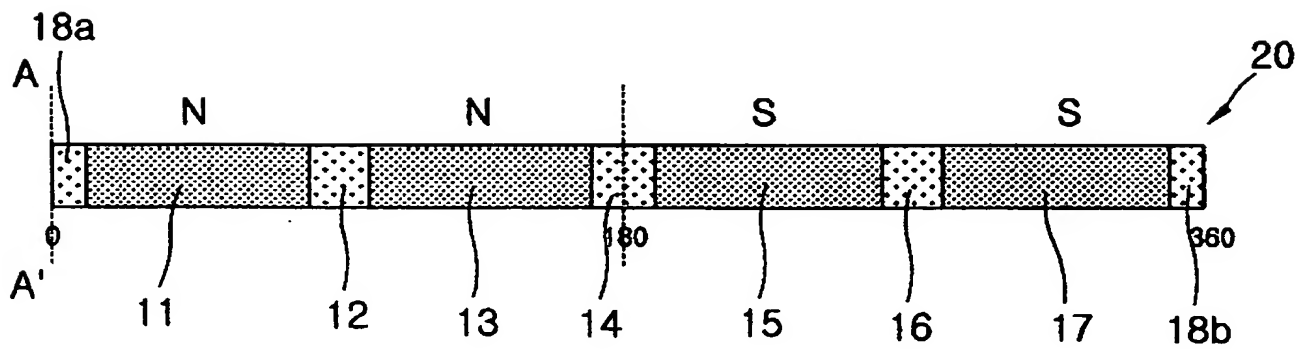
도면



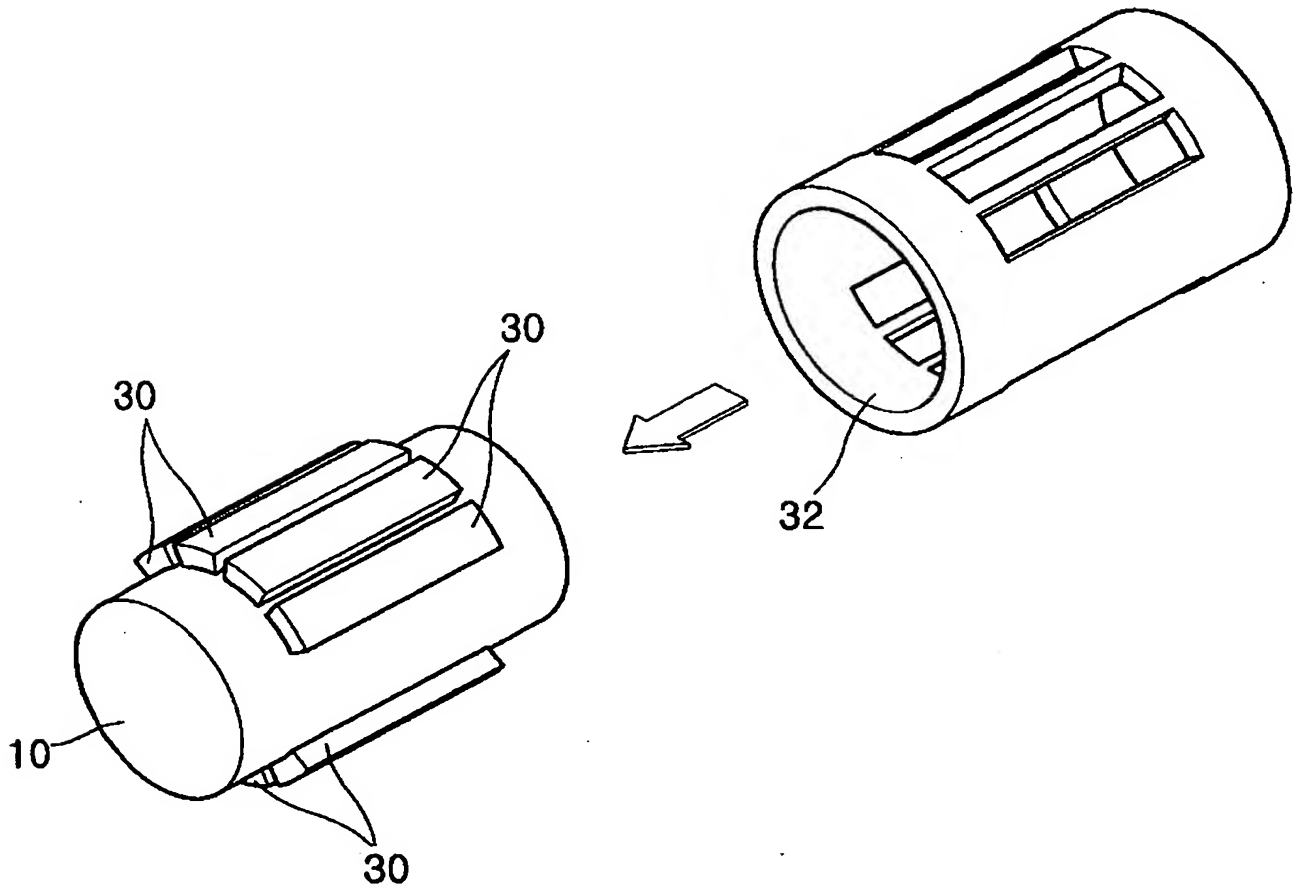
도면 1



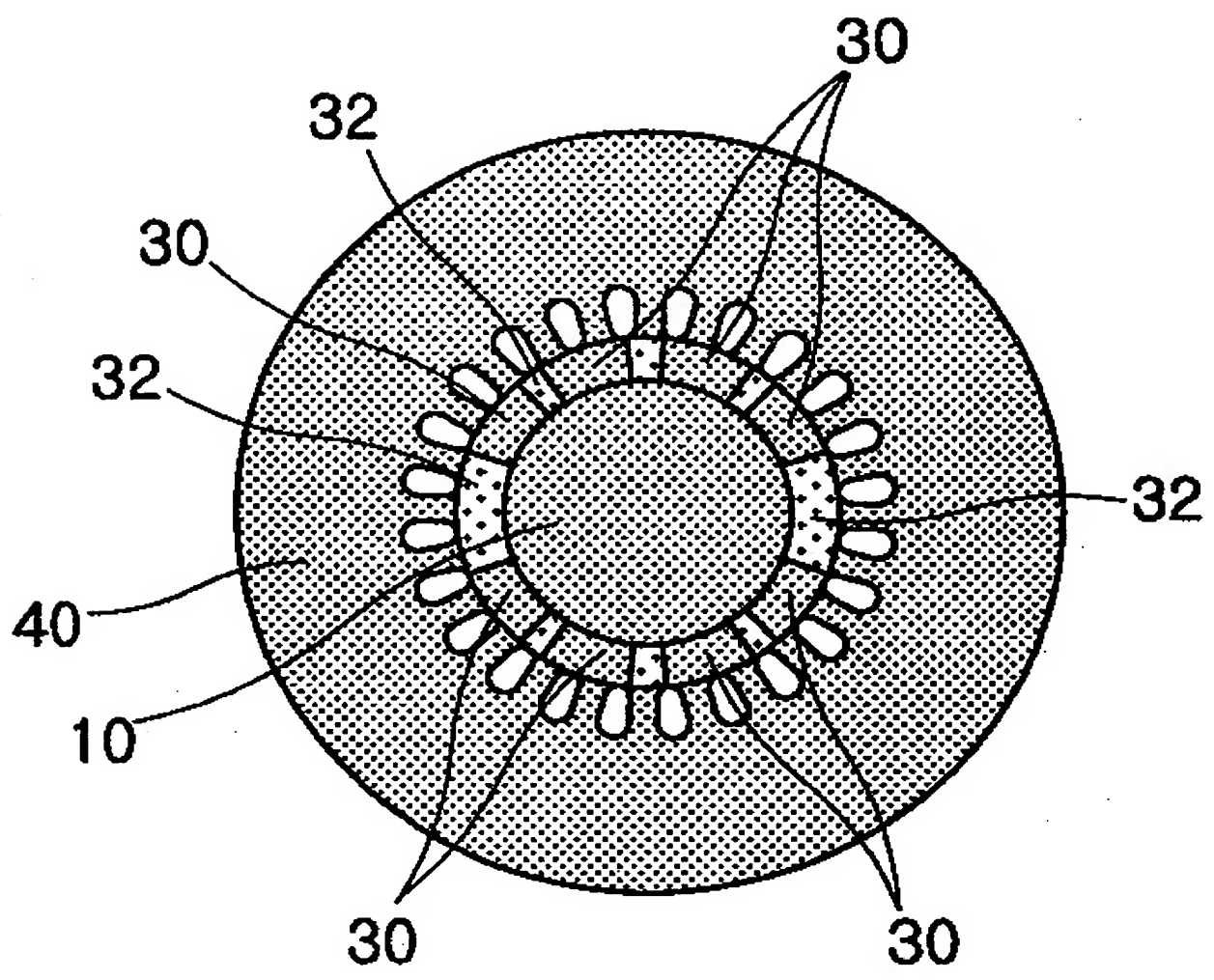
도면 2



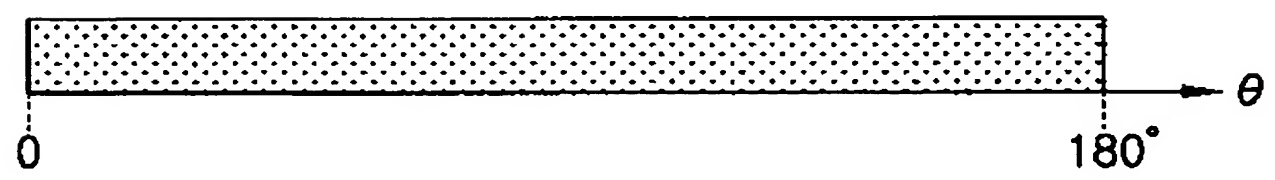
도면 3



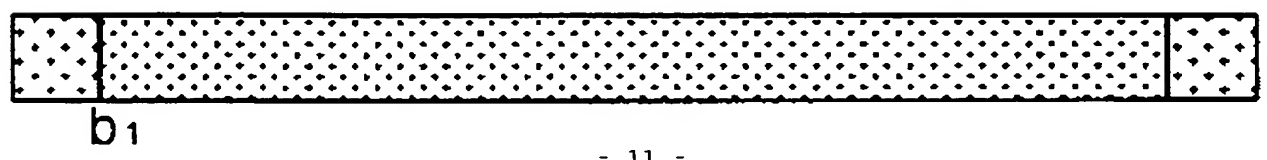
도면 4



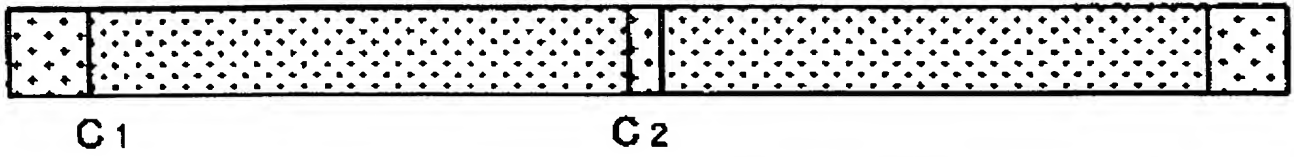
도면 5a



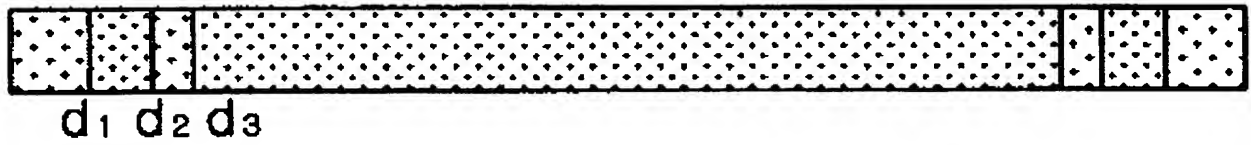
도면 5b



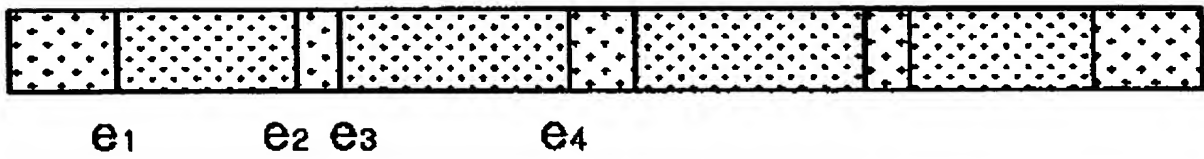
도면 5c



도면 5d



도면 5e



도면 5f

